



⑩ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑬ **DE 101 60 942 A 1**

⑪ Int. Cl. 7:  
**F 01 B 25/10**  
F 01 L 3/20

⑭ Aktenzeichen: 101 60 942.6  
⑮ Anmeldetag: 12. 12. 2001  
⑯ Offenlegungstag: 18. 6. 2003

**DE 101 60 942 A 1**

⑰ **Anmelder:**

DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑰ **Erfinder:**

Hora, Pavel, Dipl.-Ing., 70806 Kornwestheim, DE;  
Meintschel, Jens, Dipl.-Ing., 73730 Esslingen, DE;  
Schlegel, Martin, Dr., 73635 Rudersberg, DE; Stoik,  
Thomas, Dipl.-Ing., 73230 Kirchheim, DE;  
Thiemann, Karl-Heinz, Dipl.-Ing., 71404 Korb, DE;  
Gaisberg, Alexander von, Dipl.-Ing., 70736  
Fellbach, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab

⑱ **Gebautes Ventil für Hubkolbenmaschinen**

⑲ Die Erfindung betrifft ein gebautes Ventil für Hubkolbenmaschinen, bei dem der Ventilschaft zug- und druckfest mit dem Ventilteller verbunden ist. Der Ventilteller weist im Bereich einer durchgehenden Mittenöffnung eine ringförmige Anlagefläche für einen schaftseitigen Brund auf. Außerdem erweitert sich die Mittenöffnung auf der Brennraumsseite des Ventiltellers, wobei das tellerseitige Ende des Ventilschaftes in einer diese Erweiterung formschlüssig ausfüllenden Weise plastisch aufgeweitet ist. Um die Verbindung zwischen Ventilteller und Ventilschaft in ihrer Dauerhaltbarkeit zu erhöhen, ist die brennraumsseitige Erweiterung der Mittenöffnung und demgemäß auch die formangepaßte, endseitige Aufweitung des Ventilschaftes erfindungsgemäß unrund ausgebildet, so daß dadurch eine formschlüssige Verdrehsicherung zwischen dem Ventilschaft und dem Ventilteller zustandekommt.

**DE 101 60 942 A 1**

[0001] Die Erfindung geht aus von einem gebauten Ventil für Hubkolbenmaschinen nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, wie es beispielsweise aus der US-PS 2 136 690 als bekannt hervorgeht.

[0002] Die US-PS 2 136 690 zeigt u. a. ein mehrteilig zusammengefügtes Vollschaftventil, bei dem der Ventilsitz mit einem verschleißfesten Werkstoff gepanzert ist. Die Panzerung besteht aus einer vorgefertigten, zentrisch gebohrten und am Außenrand konisch abgeschragten Scheibe aus einem widerstandsfähigen und gut wärmeleitenden Verbundwerkstoff, wobei diese Panzerungsscheibe bis zum Rand des Ventiltellers ragt und die tellerseitige Dichtfläche bildet. Der Verbundwerkstoff ist durch eine Matrix aus einem zähen und leitfähigen, vorzugsweise Kupfer enthaltenen Metall gebildet, in die fein verteilt Partikel eines harten und widerstandsfähigen Werkstoffs wie z. B. Wolfrain fest haltend eingelagert sind. Diese Hartpartikel sollen nicht nur die Matrix schützen, sondern auch eine Zerstörung der Ventil-Dichtflächen verhindern oder zumindest verzögern. Bei dem vorkannten Ventil ist die der Panzerung dienende Scheibe gemeinsam mit einer brennraumseitig aufgelegten Stützscheibe aus herkömmlichem Ventilwerkstoff an das tellerseitige Ende des Ventilschaftes angelenkt, wobei der Schaftwerkstoff als Niet dient. Der Ventilteller ist hier also für sich mehrteilig, nämlich aus zwei Scheiben ausgebildet. Zur verkanungsicheren, axialen Abstützung des aus Panzerungsscheibe und Stützscheibe bestehenden Ventiltellers ist am Ventilschaft eine relativ breite Schulter angeschmitten. Das tellerseitige Ende des Ventilschaftes ragt mit einem als Nietenstück dienenden Zapfen durch die zentrische Öffnung der beiden Scheiben hindurch, wobei das äußerste Ende dieses Zapfens zu einem in einer Ansenkung der Stützscheibenöffnung sich erstreckenden Nietenkopf umgeformt ist. Zwar ist der Ventilteller in beiden Wirkrichtungen der Axialkraft - Druck und Zug - formschlüssig mit dem Ventilschaft verbunden, Nachteilig an dem vorkannten Ventil ist jedoch, daß zur kippsicheren Führung des Scheibenverbundes des mehrteiligen Ventiltellers an die Ventilschaft eine radial relativ breite Schulter angeformt werden muß, deren radiale Breite bei dem im Stand der Technik dargestellten Ausführungsbeispiel etwa ein Drittel des Schaftdurchmessers entspricht. Die angestauchte Schulter übernimmt nicht nur die Funktion einer verkanungsicheren, axialen Abstützung des mehrteiligen Ventiltellers, sondern aufgrund des fließenden Überganges vom Schaftquerschnitt auf den Schulterumfang auch die Funktion eines Strömungsleitkörpers auf der umströmten Oberseite des Ventiltellers. Nachteilig ist ferner, daß es aufgrund der hochfrequenten Stoßbelastungen zu mikrofeinen Relativverschiebungen zwischen den verbundenen Teilen in Drehrichtung kommen kann, was an den Kontaktflächen zu Verschleiß und somit zu einer Lockerung der Verbindung führen kann. [0003] In der älteren Patentanmeldung der Anmelderin gemäß der nicht veröffentlichten DE 100 29 299 A1 werden nicht nur verschiedene bauliche Gestaltungen von gebauten Ventilen der hier angesprochenen Art beschrieben, sondern diese Schrift geht auch auf die Herstellungsverfahren der vorgestellten Ventilbauarten ein. Allerdings sind die daraus bekannten Ventile herstellungsbedingt alle mit einem Hohl Schaft versehen, was bei der vorliegenden Erfindung zwar vorteilhaft, aber keineswegs eine zwingende Voraussetzung ist. Vorteilhaft an dem bekannten Ventil ist das geringe Gewicht und/oder die hohe Lebensdauer des Ventils, welche dadurch bedingt sind, daß thermisch und/oder tribologisch hoch belastbare Leichtbauwerkstoffe, insbesondere Keramik oder Titanaluminid, für den Ventilteller verwendet

werden können. Nachteilig an dem bekannten Ventil ist jedoch, daß aufgrund möglicher Unterschiede der Temperaturendeckungskoeffizienten, die je nach Werkstoffpaarung u. U. erheblich sein können, es bei Betriebstemperatur des gebauten Ventils zu einem Nachlassen der Vorspannung in der Verbindung zwischen Schaft und Teller kommen kann. Dies könnte unter den im Betrieb auftretenden Beanspruchungen ebenfalls zu einer Relativverschiebung der Kontaktflächen, infolge dessen zu einem Kontaktverschleiß und zu einer Lockerung der Verbindung führen.

[0004] Der Vollständigkeit halber sei auch noch auf die EP 296 619 A1 verwiesen, die ebenfalls ein gebautes Ventil zeigt, dessen bauliche Komponenten aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen. Der rohrförmige Ventilschaft besteht vorzugsweise aus Chrom-Molybdän-Stahl. Der Ventilteller, der bevorzugt aus der intermetallischen Phase Titanaluminid bestehen soll, kann durch Präzisionsgießen hergestellt werden. Der fertige Ventilteller ist oberseitig mit einer Sacklochbohrung zur Aufnahme des tellerseitigen Schaftendes versehen. Durch Aufschruppen, kalt Einpressen, Löten oder durch eine Kombination dieser Verbindungstechniken kann der Ventilschaft in der Sacklochbohrung befestigt sein. In einem dort zeichnerisch dargestellten Fall ist die Leibung der Sacklochbohrung außerdem axial gewellt ausgebildet, wobei die endseitige Wandung des Schaftrohrs unter dem Einfluß von Druck und örtlicher Erwärmung aufgeweitet werden und sich dabei formschlüssig in die bohrungsseitigen Wellen einlagern soll. Bei dem gebauten Hohl Schaftventil nach der EP 296 619 A1 muß allerdings angeweitet werden, daß die Verbindung zwischen Ventilschaft und Ventilteller unter den sowohl in thermischer als auch in mechanischer Hinsicht erheblichen statischen und dynamischen Belastungen ausreichend haltbar ist.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, das gattungsgemäß zugrundegelegte Ventil dahingehend zu verbessern, daß die Verbindung zwischen Ventilteller und Ventilschaft in ihrer Dichtbarkeit erhöht wird.

[0006] Diese Aufgabe wird bei Zugrundelegung des gattungsgemäßen Ventils erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 1 gelöst.

[0007] Aufgrund der verdeckten Ausgestaltung der Verbindung zwischen Ventilteller und Ventilschaft ist eine Relativbewegung der verbundenen Teile wirksam verhindert. Kriechbewegungen und dadurch bedingter Verschleiß in der Fügestelle werden somit vermieden. Aufgrund dessen vermag die Fügestelle die im Motorbetrieb dauerhaft auftretenden thermischen und mechanischen Belastungen besser zu ertragen.

[0008] Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand verschiedener, in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele nachfolgend noch erläutert; dabei zeigen:

[0009] Fig. 1 eine perspektivische Einzelansicht eines Ventiltellers mit Sicht auf dessen Brennraumseite und die unrunde Erweiterung der Mittenöffnung.

[0010] Fig. 2 ein fertig montiertes Ventil unter Verwendung eines Ventiltellers nach Fig. 1.

[0011] Fig. 3 und 4 zwei weitere Ausführungsbeispiele von Ventiltellern bzw. von unrunder Erweiterungen der Mittenöffnung, und

[0012] Fig. 5 ein in zwei unterschiedlichen Varianten angelegtes, weiteres Ausführungsbeispiel eines gebauten Ventils mit Hohl Schaft und gesonderter Dehnstrecke in der Verbindung zwischen Ventilteller und Schaft.

[0013] Die nachfolgend im Zusammenhang mit verschiedenen Ausführungsbeispielen zunächst gemeinsam erläuterte Erfindung geht aus von einem gebauten Ventil 1, 1', 1''

für Hubkolbenmaschinen, welches aus einem Ventilschaft 2, 2' und aus einem baulich gesonderten Ventilteller 3, 3', 3'' besteht, der sowohl in Druck- als auch in Zugrichtung formschlüssig mit dem Ventilschaft 2 verbunden ist. Zu diesem Zweck ist der monolithische Ventilteller 3, 3', 3'' mit einer durchgehenden Mittenöffnung 4, 4' zur Aufnahme des tellerseitigen Endes des Ventilschaftes versehen, deren auf der Brennumseite 10 des Ventiltellers 3 liegender Rand konisch erweitert ist und so eine Erweiterung 6, 6', 6'' bildet. Der Ventilschaft 2 seinerseits weist am Außenumfang einen die Einstecktiefe des Ventilschaftes in die Mittenöffnung bezogenen, achsenrechten Bund 7, 7' auf, wogegen im Bereich der Mittenöffnung 4 des Ventiltellers 3 eine ringförmige Anlagefläche 5, 5' zur Anlage des schaftseitigen Bundes 7 vorgesehen ist. Das brennumseitige oder tellerseitige Ende 13, 13' des Ventilschaftes ist - nach dem Zusammenstecken von Teller und Schaft - im Bereich der brennumseitigen Erweiterung 6 der Mittenöffnung in einer diese formschlüssig ausfüllenden Weise plastisch aufgeweitet, so daß eine Anstauchung 8, 8' entsteht, die gemeinsam mit dem Paar von Anlageflächen eine in Zug- und Druckrichtung formschlüssige Verbindung zwischen Teller und Schaft bildet. Mit Rücksicht darauf, daß der Ventilteller auf seiner Oberseite strömungsgünstig gewölbt und somit mit einer gewissen Bauhöhe ausgestattet ist, so daß er die Funktion eines Strömungselektors übernehmen kann, braucht das Paar von axialen Anlageflächen 5 und 7 in Radialrichtung nur einmal zu sein. Eine kippsichere Führung des Ventiltellers gegenüber dem Ventilschaft kommt durch die Bauhöhe des Ventiltellers und die dementsprechend große Einstecktiefe des Schaftes im Ventilteller zustande.

[0014] Um die Verbindung zwischen Ventilteller und Ventilschaft in ihrer Dauerhaftigkeit erhöhen zu können, ist die brennumseitige Erweiterung 6, 6', 6'' der Mittenöffnung 4, 4' und demgemäß auch die Formangabe, endend in der Aufweitung 8, 8' des Ventilschaftes 2, 2', erfindungsgemäß von einer rotations-symmetrischen Form derart abweichend ausgebildet, daß dadurch eine formschlüssige Verdrehsicherung zwischen Ventilschaft 2, 2' und monolithisch aus einem einzigen Teil bestehenden Ventilteller 3, 3', 3'' gebildet ist.

[0015] Durch die Verdrehsicherung zwischen Ventilteller und Ventilschaft ist eine Relativbewegung der verbundenen Teile während des Motorbetriebes wirksam verhindert und ein durch Kriechbewegungen bedingter Verschleiß in der Flügelleiste somit vermieden. Aufgrund dessen vermag die Flügelleiste die im Motorbetrieb dauerhaft auftretenden thermischen und mechanischen Belastungen besser zu ertragen. Die Verdrehsicherung kann ohne fertigungsmäßigen Mehraufwand hergestellt werden.

[0016] Bei dem in den Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die brennumseitige Erweiterung 6 der Mittenöffnung 4 konisch nach Art eines Pyramidenstumpfes mit gerundeten Kanten zwischen den Flächseiten ausgebildet. Beim Ventilteller 3'' nach Fig. 5 sei eine gleiche Form der Erweiterung 6 unterstellt, wie sie in Fig. 1 zu erkennen ist, allerdings unterscheidet sich der Ventilteller 3'' nach Fig. 5 bezüglich anderer Merkmale von dem Ventilteller 3 nach den Fig. 1 und 2, worauf weiter unten näher eingegangen werden soll.

[0017] Bei dem Ventilteller 3' nach Fig. 3 ist die brennumseitige Erweiterung 6' im wesentlichen auch konisch ausgebildet, und zwar ist einem koaxial zur Mittenöffnung liegenden Rundkonus ein stark oval ausgebildeter Konus überlagert, wobei die beiden sich überschneidenden Konusarten im Bereich der gegenseitigen Überschneidungen stark verrundet ineinander übergehen. Der in Fig. 4 gezeigte Ventilteller 3'' weist lediglich eine stark oval ausgebildete, koni-

sche Erweiterung 6'' auf.

[0018] Alle drei gezeigten Ausführungsbeispiele von Erweiterungen 6, 6', 6'' sind zum einen stark unrund ausgebildet, lassen sich aber aufgrund sanfter Übergänge bzw. Abweichungen von einer Rotationsform durch eine plastisch in die Erweiterung eingeförmte Anstauchung 8, 8' vollständig und formgetreu ausfüllen. Beide Charakterisierungen sind für einen wirksamen Formschluß gegen gegenseitiges Verdrehen wichtig. Die sanften Übergänge bzw. Abweichungen von einer Rotationsform sind auch im Hinblick auf eine Fertigung derartiger Erweiterungen 6, 6', 6'' vorteilhaft, sei es, daß diese durch ein Formwerkzeug - Schmieden, Gießen, Formstempeln - oder durch einen spangebenden Unrund-Drehvorgang hergestellt werden. Die Herstellung der genannten, unrunder Erweiterungen 6 erfordert keinen Mehraufwand im Vergleich zur Herstellung von rotations-symmetrischen Ansenkungen, insbesondere dann nicht, wenn die Erweiterungen durch ein den Ventilteller formendes Formwerkzeug erzeugt werden.

[0019] Das in den Fig. 1 und 2 gezeigte Ausführungsbeispiel eines Ventils 1 weist einen massiven Ventilschaft 1 auf, bei dem der schaftseitige Bund 7 beispielsweise durch einen spangebenden Drehvorgang herausgearbeitet ist. Der Bund 7 ist radial relativ schmal und braucht lediglich die axiale Vorspannung der Verbindung aufzunehmen. Die radiale Breite b des schaftseitigen Bundes 7 bzw. der tellerseitigen Anlagefläche 5 entspricht maximal etwa 25%, vorzugsweise etwa 15 bis 20% des Schaftdurchmessers D. Die Verankerungssicherheit des Ventiltellers 3 gegenüber dem Schaft 2 ist durch die relativ große Bauhöhe des Tellers und die dementsprechend große Einstecktiefe des Schaftes darin gewährleistet. Die Einstecktiefe ist deutlich größer als der Durchmesser des Schaftes in diesem Bereich.

[0020] Auch ein massiver Ventilschaft, d. h. ein solcher mit Vollquerschnitt, kann unter Gewichtaspekten durchaus in einem mehrteiligen Ventil in Frage kommen, und zwar dann, wenn für den Ventilteller ein Leichtbau-Werkstoff verwendet wird. Die Gewichtssparnis gegenüber einem herkömmlichen Ventil liegt dann ausschließlich in dem geringeren Gewicht des Ventiltellers. In diesem Zusammenhang seien als in Frage kommende Teilerwerkstoffe folgende Materialien als Leichtbauwerkstoffe erwähnt:

- eine Keramik, insbesondere Siliziumcarbid (SiC),
- eine intermetallische Phase, insbesondere Titanaluminid,
- eine Titan/Aluminium-Legierung.

[0021] Über den Gewichtsvorteil hinaus besitzen diese Werkstoffe auch hervorragende thermische und mechanische Eigenschaften, die sie als Ventil-Werkstoff besonders erstrebenswert machen. Ein verbreiteter Einsatz dieser Werkstoffe scheiterte aber bisher stets an einer unter Kostengesichtspunkten vertretbaren Verarbeitbarkeit und/oder an einer sicheren und dauerhaften Verbindungstechnik zwischen Schaft und Ventilteller.

[0022] Zur weiteren Gewichtsreduzierung des Ventils kann der aus einem Ventilschaft bestehende Schaft hohl ausgebildet sein, wie dies am Beispiel des Ventils 1' bzw. 1'' gemäß Fig. 5 dargestellt ist. Die endseitigen Wandungen des Hohl Schaftes sind gasdicht verschlossen, was z. B. durch ein Rollfließverfahren auf hochrationelle Weise erfolgen kann. Ein solcher Hohl Schaft kann auch mit einem Kühlmittel, z. B. mit Natrium, partiell gefüllt werden, so daß das Niveau der Betriebstemperatur des Ventils abgesenkt werden kann. Nach dem Einstecken des tellerseitigen, zunächst noch nicht angestauchten Schaftendes 13 in die Mittenöffnung 4 bis zur gegenseitigen Berührung der ringförmigen Anlageflä-

chen 5' bzw. 7' wird das Überstehende Ende des Ventilschaftes in die unrunde Erweiterung 6 eingetaucht, so daß eine senkrecht-förmige Anstauchung 8' entsteht. Dieses Anstauchen kann im Warmzustand, z. B. ebenfalls mittels des bereits erwähnten Rollfließverfahrens, durchgeführt werden. Auch dabei wird die brennraumsseitige Erweiterung 6 der Mitteneröffnung 4' formschlüssig durch die Anstauchung 8' ausgefüllt, so daß eine wirksame Verdrähtung zwischen Teller 3' und Schaft 2' bzw. 2'' entsteht.

[0023] Längs der in Frage kommenden Leichtbauwerkstoffe, insbesondere Keramiken, unterscheiden sich gegenüber Stahl sehr deutlich in ihrem thermischen Dehnungsverhalten, d. h. sie dehnen sich bei Temperaturerhöhung wesentlich weniger als Stahl. Um auch bei einer solchen Werkstoffpaarung gleichwohl ein thermisch bedingtes Lockern der verbundenen Teile zu verhindern, ist bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel der außenseitig am Ventilschaft 2, 2'' angebrachte, die Einstecktiefe begrenzende achsenkrechte Bund 7 durch eine aufgesteckte, paßgenaue Rohrmanschette 11 bestimmter Länge L gebildet. Die Rohrmanschette ist mit ihrem tellerförmigen Ende in einer vorbestimmten Axialposition am Ventilschaft 2', 2'' unverrückbar festgesetzt. In der in Fig. 5 links gezeigten Variante stützt sich die Rohrmanschette an einem Bund 12' des Schaftes 2' ab, wogegen in der rechts dargestellten Variante das tellerförmige Ende der Rohrmanschette mittels einer Ringschweißnaht 12 mit dem Schaft 2'' verbunden ist. Die dem Ventileller 3' zugewandte Stirnseite der Rohrmanschette 11 bildet in beiden Fällen den schaftseitigen Bund 7. Aufgrund der einseitig tellerförmigen Fixierung 12, 12' der Manschette 11 an dem Ventilschaftrohr kann sich die axial gegenüberliegende Bund 7 relativ zum Ventilschaftrohr im Rahmen der Werkstoff-Elastizität axial verlagern, wobei diese elastisch bedingte Verlagerungsstrecke um so größer ist, je größer die Länge L der Manschette ist.

[0024] Ferner ist bei dem in Fig. 5 gezeigten Ausführungsbeispiel die im Bereich der Mitteneröffnung 4' des Ventilellers 3'' angebrachte, zum schaftseitigen Bund 7 korrespondierende Anlagefläche 5' axial in das Innere der Mitteneröffnung 4' verlagert. Dadurch ergibt sich eine deutlich geringere Klemmlänge L, als der axialen Höhe des Ventilellers 3'' oder als der Länge L der Manschette 11 entspricht.

[0025] Nach dem strammen Aufstecken des Ventilellers 3'' auf das Ende des Ventilschafts 2, 2'' wird die Anstauchung 8' in die Erweiterung 6 eingeformt und die formschlüssige Verbindung zwischen Schaft und Ventileller hergestellt. Wichtig bei dem Fügevorgang von Teller und Schaft ist, daß im Falle der Ausbildung des Ventilellers aus einem Werkstoff mit einem deutlich geringeren Temperaturausdehnungskoeffizienten als Stahl die Formschlußverbindung bei Raumtemperatur des fertigen Ventils unter einer möglichst hohen axialen Vorspannung steht. Nur aufgrund einer hohen axialen Vorspannung der Fügestelle und aufgrund der besonderen Ausgestaltung des elastisch verlagerten Bundes 7 mit Vorspannkraft-Reserve kann sichergestellt werden, daß auch bei Betriebstemperatur des Ventils der beispielsweise aus Keramik bestehende Ventileller 3'' noch mit einer gewissen Rest-Vorspannung am Ventilschaft festgeklemmt bleibt. Je größer das Verhältnis von Manschettentlänge L zu Klemmlänge L ist, um so größer ist die Vorspannkraft-Reserve der Verbindung. Es kann daher durchaus zweckmäßig sein, die Manschette 11 über nahezu die gesamte Länge des Ventilschaftes zu erstrecken.

[0026] Um eine möglichst hohe axiale Vorspannung der Formschlußverbindung gewährleisten zu können, sollte die Manschette 11 und der Ventileller während des Herstellens der Anstauchung 8' möglichst kalt und der innerhalb der Manschette steckende Teil des Ventilschaftrohrs möglichst

warm sein. Ein Temperatureausgleich zwischen den genannten Teilen sollte erst stattfinden können, nachdem die Anstauchung 8' erkaltet ist und sich nicht mehr plastisch verformen kann. Durch den vorzögerten Ausgleich einer solchen erzeugten Temperaturdifferenz hat sich eine axiale Vorspannung auf. Mit Rücksicht auf die hohen Betriebstemperaturen insbesondere von Auslaßventilen sollte die mit zunehmender Betriebstemperatur nachlassende Vorspannung bei Raumtemperatur so hoch wie möglich gewählt bzw. angestrebt werden. Optimaler Weise sollte die Füge-Vorspannung bei Raumtemperatur nahe bei der Elastizitätsgrenze des Stahlwerkstoffes liegen.

#### Patentansprüche

1. Gebautes Ventil für Hubkolbenmaschinen, bestehend aus einem Ventilschaft und aus einem baulich gesonderten, sowohl in Druck- als auch in Zugrichtung formschlüssig mit dem Ventilschaft verbundenen Ventileller, wobei der Ventileller mit einer durchgehenden, auf der Brennraumsseite des Ventilellers sich erweiternden Mitteneröffnung zur Aufnahme des tellerseitigen Endes des Ventilschaftes versehen ist, der seinerseits am Außenumfang einen die Einstecktiefe des Ventilschaftes in die Mitteneröffnung begrenzenden achsenkrechten Bund aufweist und wobei im Bereich der Mitteneröffnung des Ventilellers eine ringförmige Anlagefläche zur Anlage des schaftseitigen Bundes vorgesehen ist und wobei ferner das tellerseitige Ende des Ventilschaftes im Bereich der brennraumsseitigen Erweiterung der Mitteneröffnung in einer diese formschlüssig ausfüllenden Weise plastisch aufgeweitet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die brennraumsseitige Erweiterung (6, 6', 6'', 6''') der Mitteneröffnung (4, 4') und demgemäß auch die ihr formangepaßte, endseitige Aufweitung (8, 8') des Ventilschaftes (2, 2', 2'') von einer rotationssymmetrischen Form derart abweicht, daß dadurch eine formschlüssige Verdrähtung zwischen dem Ventilschaft (2, 2', 2'') und dem monolithisch aus einem einzigen Teil bestehenden Ventileller (3, 3') gebildet ist.
2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die endseitige Wandung (13) des bis in den Bereich des Ventilellers (3') hohl ausgebildeten aber gasdicht verschlossenen Ventilschaftes (2, 2'') in der Weise und so weit angestaucht (8'') ist, daß die brennraumsseitige Erweiterung (6) der Mitteneröffnung (4') formschlüssig durch die Anstauchung (8'') ausgefüllt ist.
3. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der außenseitig am Ventilschaft (2, 2'') angebrachte, die Einstecktiefe begrenzende achsenkrechte Bund (7) durch eine aufgesteckte, paßgenaue Rohrmanschette (11) bestimmter Länge (L) gebildet ist, die ausschließlich an ihrem tellerförmigen Ende in einer vorbestimmten Axialposition am Ventilschaft (2, 2'') unverrückbar festgesetzt ist.
4. Ventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die im Bereich der Mitteneröffnung (4') des Ventilellers (3') angebrachte, ringförmige Anlagefläche (5) zur Anlage des schaftseitigen Bundes (7) axial in das Innere der Mitteneröffnung (4') verlagert ist, derart, daß sich eine geringere Klemmlänge (1) als die axiale Höhe des Ventilellers (3') ergibt.
5. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventileller (3, 3') aus einem Leichtbauwerkstoff besteht.
6. Ventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventileller (3, 3') aus einer Keramik, insbesondere

dere aus Siliziumcarbid (SiC), besteht.

7. Ventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilteller (3, 3') aus einer Titan/Aluminium-Legierung besteht.

8. Ventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilteller (3, 3') aus einer intermetallischen Phase, insbesondere aus Titanaluminid, besteht.

9. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die radiale Breite (b) des schaftseitigen Bundes (7, 7') bzw. der tellerseitigen Anlagefläche (5, 5') maximal etwa 25%, vorzugsweise etwa 15 bis 20% des Schaftdurchmessers (D) entspricht.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

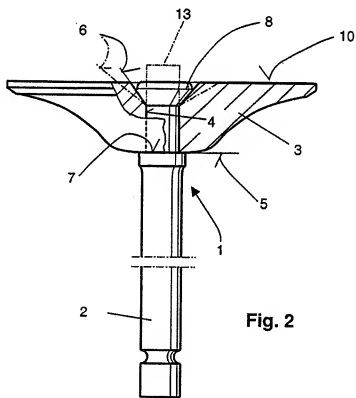
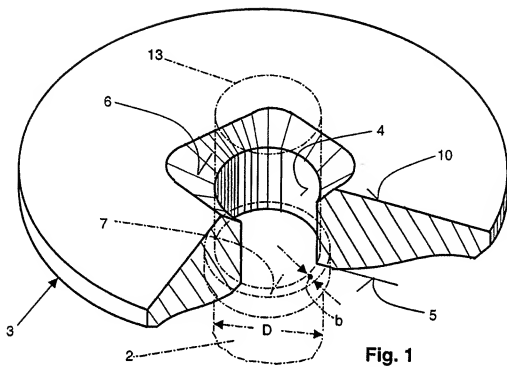
45

50

55

60

65



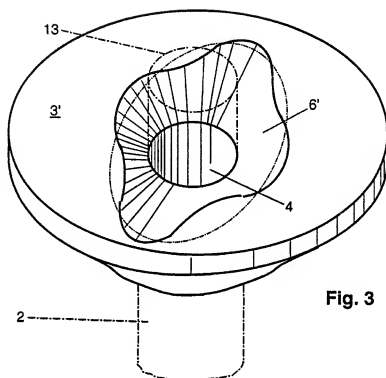


Fig. 3

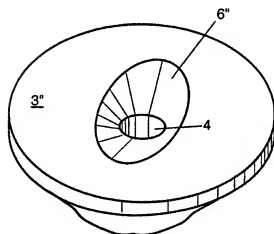


Fig. 4

Fig. 5

